

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН ИНТЕНСИВНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ОСАДКЕ ТИТАНОВЫХ ЗАГОТОВОК С УЧЕТОМ ВИДА КРИВОЙ УПРОЧНЕНИЯ

Ершов А.А.

Руководители – профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н., проф., к.т.н. Демаков С.Л.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет», «ПЛМ Урал» -

«Делкам-Урал», г. Екатеринбург

ea@delcam-ural.ru

Методом конечных элементов выявлены границы зон интенсивной деформации при осадке заготовок при переборе вариантов кривых упрочнения. Выполнено сравнение с зеренной структурой титанового сплава, показавшее качественную сходимость результатов.

Процесс кузнечной осадки сопровождается проявлениями неоднородности распределения деформации вследствие влияния трения и теплопереноса. В свою очередь неоднородность деформации приводит к неоднородности распределения свойств, и в частности неоднородности анизотропии [1]. Кроме того, из-за проявления бочкообразования на боковой поверхности заготовки локализуются зоны действия растягивающих напряжений с опасностью появления трещин. Это вынуждает предпринимать меры по снижению неравномерности [2], или улучшению показателя напряженного состояния за счет напряжений подпора [3,4], что важно для случаев деформации малопластичных материалов, например, магния.

Цель работы - расчетными методами выявить влияние вида кривой упрочнения на локализацию деформации при осадке цилиндрических заготовок. Применен программный комплекс QFORM-2D, разрабатываемый и поддерживаемый компанией ООО «КванторФорм», г. Москва. Этот комплекс позволяет задавать более широкий спектр свойств деформируемого материала [5], чем другие программные модули.

Для оценки влияния эффекта разупрочнения постановка задачи максимально упрощена по заданию реологических свойств и граничных условий, эти граничные условия одинаковы для трех вариантов решения задачи:

- Постановка 2D осесимметричная, изотермическая.
- Условия на контакте с инструментом описываются законом трения Кулона, коэффициент трения равен 0,3.
- При относительном обжатии $\varepsilon = 50\%$ упрочняемая среда упрочняется за счет изменения сопротивления деформации от $\sigma_{s0} = 100$ МПа до $\sigma_{s1} = 200$ МПа; ($\sigma_{s1} / \sigma_{s0} = 2$), разупрочняемая среда разупрочняется при изменении σ_s от 100 МПа до 50 МПа ($\sigma_{s1} / \sigma_{s0} = 0,5$), а неупрочняемая описывается постоянным значением σ_s равным 100 МПа ($\sigma_{s1} / \sigma_{s0} = 1$).

Для проверки полученных результатов выполнено сравнение распределения степени деформации со структурой образца из сплава ВТ22 при температуре 900° С, полученное сотрудниками кафедры термообработки и физики металлов. Относительное обжатие составило 60%. На рис.1,г отображена структура образца в диаметральном сечении (левая половина заготовки). Анализ рисунка показывает чередование мелких зерен с более крупными, при этом часть зерен вытянута в определенном направлении, что свидетельствует об интенсивном течении металла. Зоны заторможенной деформации располагаются ближе к центру контактной поверхности и проникают на большую глубину, практически смыкаясь в центре заготовки. Это соответствует схеме деформации рис.1,а для материала со свойствами разупрочняемой среды.

Действительно, анализ кривых упрочнения сплава ВТ22 показывает, что этот вид материала для всех случаев деформации показывает свойства разупрочнения.

Это сравнение показывает, что наиболее близким описанием деформируемого материала в этом случае является вариант среды с разупрочнением. Установлено, что варианты расчета процесса осадки для сред с упрочнением не дают адекватной картины деформированного состояния.

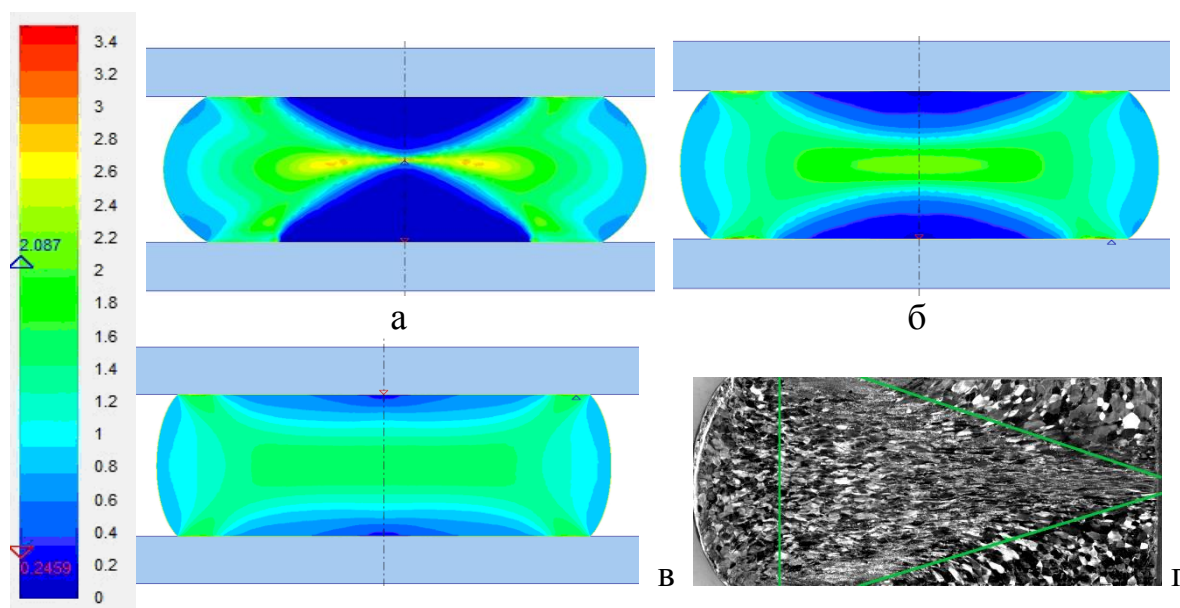


Рис. 1 - Области равного уровня степени деформации (числа на шкале) при осадке заготовки с различными отношениями $\sigma_{sl} / \sigma_{s0}$: 0,5 (а), 1 (б) 2 (в) и структура осаженного образца из сплава ВТ22(г): проведены линии, разделяющие области с различной интенсивностью деформации

Выполненные расчеты показали, что наряду с контактными условиями трения и теплопередачи вид зависимости сопротивления деформации от степени деформации существенным образом влияет на однородность распределения деформации по объему заготовок при их осадке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Логинов Ю.Н., Ермаков А.Е., Шангуров А.В., Уймин М.А. Исследование формирования анизотропии магнитных свойств при осадке заготовок из сплавов системы Mn-Al-C. Кузнечно-штамповочное производство. 1996, №8. С.4-5.
2. Логинов Ю.Н., Буркин С.П., Ашпур И.В. Снижение неравномерности деформации при осадке. Известия вузов. Черная металлургия. №8. 1991. С. 25-27.
3. Каменецкий Б.И., Логинов Ю.Н., Кругликов Н.А. Влияние условий бокового подпора на пластичность магния при холодной осадке. Технология легких сплавов. 2012. № 1. С. 86-92.
4. Логинов Ю.Н. Осадка заготовок в разрушающейся оболочке. Известия вузов. Черная металлургия. 1998. №3. С.27-29.
5. Логинов Ю.Н., Ершов А.А. Моделирование в программном комплексе QFORM образования пресс-утяжины при прессовании. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2013. № 7. С. 42-46.
6. Логинов Ю.Н., Ершов А.А. Влияние вида кривой упрочнения на локализацию деформации при осадке титановых заготовок. Титан. 2012. № 1 (35). С. 22-28.